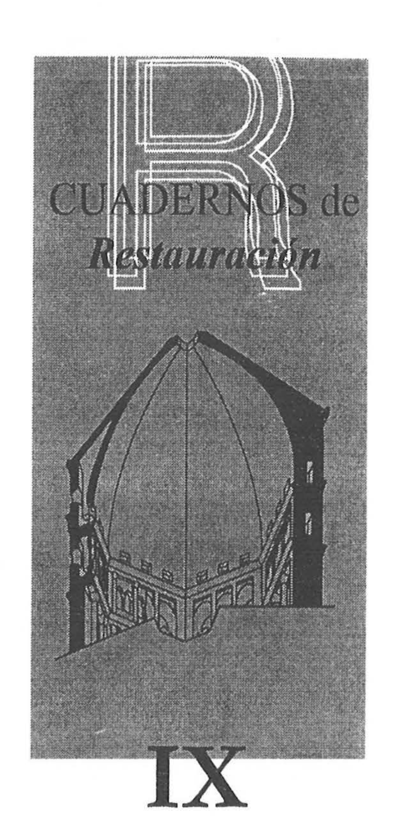
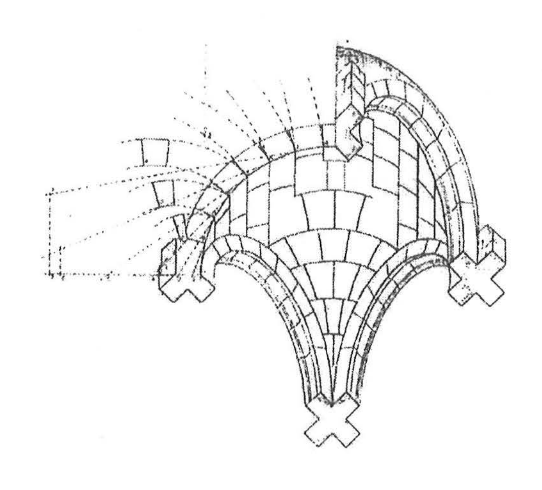


IX

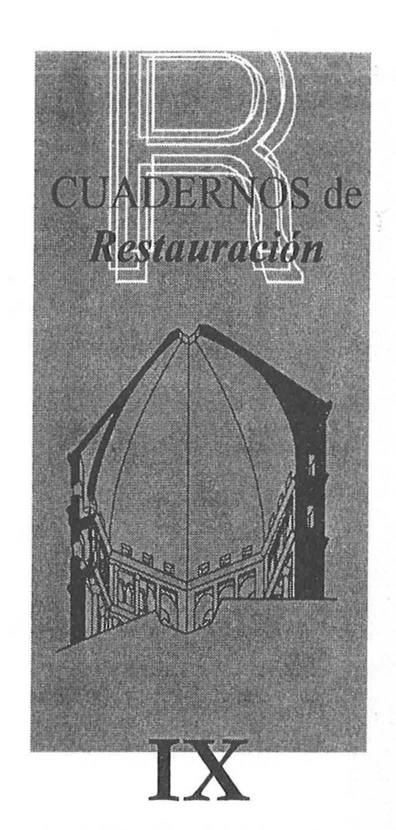
LA ESTEREOTOMÍA EN LAS CONSTRUCCIONES ABOVEDADAS

JOSÉ CARLOS PALACIOS GONZALO



CUADERNOS DEL INSTITUTO JUAN DE HERRERA DE LA *ESCUELA DE ARQUITECTURA DE MADRID*

8-28-01



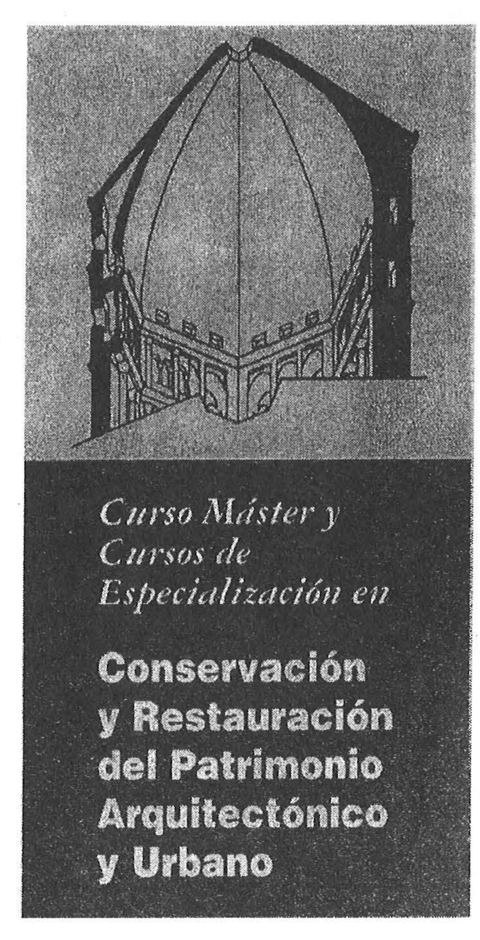
IX

LA ESTEREOTOMÍA EN LAS CONSTRUCCIONES ABOVEDADAS

JOSÉ CARLOS PALACIOS GONZALO

CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA
DE LA *ESCUELA DE*
ARQUITECTURA
DE MADRID

8-28-01



CUADERNOS
DEL INSTITUTO
JUAN DE HERRERA

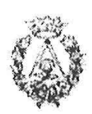
0 VARIOS
1 ESTRUCTURAS
2 CONSTRUCCIÓN
3 FÍSICA Y MATEMÁTICAS
4 TEORÍA
5 GEOMETRÍA Y DIBUJO
6 PROYECTOS
7 URBANISMO
8 RESTAURACIÓN

NUEVA NUMERACIÓN

8 Área
28 Autor
01 Ordinal de cuaderno (del autor)

DIRECCIÓN: Ricardo Aroca Hernández-Ros
D. Pedro Navascués Palacio
D. José Miguel Ávila Jalvo

COORDINADORA: Dña. Angelique Trachana





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE MADRID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Cuaderno de Restauración IX
Estereotomía en las construcciones abovedadas.

Instituto Juan de Herrera.
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
Composición y maquetación: Ángel Doménech Cruz
CUADERNO 56.01 / 8-28-01
ISBN: 84-89977-93-3
Depósito Legal: M-28546-1999

LA ESTEREOTOMÍA EN LAS CONSTRUCCIONES ABOVEDADAS

JOSÉ CARLOS PALACIOS GONZALO

Desde un enfoque puramente constructivo, una de las cualidades más sobresalientes del nuestro Renacimiento se fundamenta en el hecho de que la mayor parte de la actividad edificatoria que se lleva a cabo durante ese periodo se ejecuta usando la piedra de cantería como material de construcción.

Esta peculiaridad es sin duda notable, teniendo en cuenta que si bien el Renacimiento es un fenómeno cultural de origen italiano en nuestro país tiene formas de interpretarse, desde lo constructivo, radicalmente diferentes. Así, mientras que en Italia el Renacimiento va a desarrollar con carácter preeminente la técnica de la albañilería, en nuestro país la cantería es el oficio que tendrá a su cargo la mayor parte de la actividad edificatoria de mayor prestigio durante el siglo XVI.

Esta particularidad que acabamos de exponer no es privativa del Renacimiento español, sino que, como en el caso francés, se da en aquellos países en que la tradición de un pasado medieval construido en piedra sobrevive al cambio estilístico que supone el siglo XV. Una sensibilidad emotiva de la colectividad frente al edificio terminado en piedra, junto a unas técnicas constructivas avaladas por las centurias precedentes, hacen pervivir una forma de entender y ejecutar la arquitectura.

En la España del Renacimiento, la edificación en piedra estaba revestida de connotaciones religiosas y políticas de extraordinario interés. La conquista del último sector islámico de la península acababa de efectuarse y, con ella, la radicalización de posiciones religiosas frente la carácter netamente musulmán del sur del reino español. Ello desencadena un proceso de implantación cultural de los vencedores que se manifiesta en la construcción masiva de edificios religiosos a lo largo del territorio andaluz.

Este carácter político de la reconstrucción católica de los antiguos reinos islámicos exige, desde lo constructivo, una contraposición de iconográfica radical frente a los edificios públicos musulmanes, que se manifiesta también en la propia técnica de construcción.

El ladrillo, el adobe y el yeso quedaran en cierta forma relegados ante una nueva simbología que se manifiesta incluso desde los aspectos más radicales en la técnica de construcción. La piedra interpretará un papel preeminente en la nuevas construcciones andaluzas, con un rigor incluso superior al que había representado en los antiguos reinos de Castilla y Aragón. La impresionante fábrica de la catedral de Granada, frente a la Alhambra, la catedral de Córdoba, dentro de la propia mezquita, o la catedral de Jaén son ejemplos elocuentes de esta contraposición de símbolos.

Antes de pasar a analizar algunos de los formidables ejemplos que vertebran la construcción en piedra de las bóvedas renacentistas españolas, es forzoso que nos detengamos previamente en establecer algunos conceptos relativos a esta técnica y llamar la atención sobre algunos aspectos de extraordinario interés a la hora e valorar lo que el arte de la cantería significó en el Renacimiento español.

LA ESTEREOTOMÍA

En el ámbito arquitectónico el Renacimiento implica un cambio estilístico radical. La construcción del nuevo repertorio formal, a través de una técnica medieval como es la cantería, significó un gran esfuerzo investigador por parte de los técnicos y arquitectos renacentistas al tener que adaptar sus conocimientos para poder dar solución a los nuevos modelos formales que, provenientes de Italia, van llegando a nuestro país. Este proceso de aprendizaje de nuevas trazas y prototipos arquitectónicos irá permitiendo paulatinamente la sustitución definitiva de las ojivas medievales por una volumetría de cilindros y esferas basadas en el arco de medio punto. Al mismo tiempo un nuevo corpus teórico se ira generando: el arte de la montea o estereotomía.

Resultado de este esfuerzo innovador es una vida profesional como la del arquitecto Andrés de Vandelvira en la provincia de Jaén. A través de su hijo Alonso nos ha sido posible conocer el más completo tratado de cantería renacentista que se conserva en Europa. El estudio de su obra, el *Libro de las trazas y cortes de piedra* nos permitirá desvelar ahora alguno de los aspectos más notables de la construcción española.

Estereotomía es la palabra con la que modernamente designamos una serie de actividades relacionadas con el corte de piedra destinada a la construcción. No obstante, la pérdida de uso de esta técnica constructiva hace que hoy día aparezca desdibujado el ámbito específico de su aplicación. En este sentido sería oportuno establecer algunas ideas que nos ayuden a definir más concretamente el marco específico en que se desenvuelve la estereotomía.

Retomando la dualidad de oficios a la que hacíamos referencia anteriormente, es decir la albañilería frente a la estereotomía, observemos que si tuviéramos que definir una cualidad que delimite ambos oficios de

manera radical, habría que buscarla precisamente en la dimensión de la pieza unitaria sobre la que ambos oficios se fundamentan: el ladrillo y la dovela.

En albañilería, el ladrillo es una pieza relativamente pequeña respecto a la superficie abovedada que se pretende ejecutar. Ello permite que pueda considerarse como un elemento indiferenciado y por consecuencia todos los ladrillos podrán ser iguales; la simple yuxtaposición de unos sobre otros, unidos mediante un mortero, permitirá acometer la construcción de cualquier superficie geométrica. Obsérvese que en cantería el proceso es radicalmente distinto: ahora la dovela tiene un tamaño notablemente mayor respecto a la superficie a construir, lo cual obliga a una exacta definición de dimensiones de la misma para que, una vez tallada la piedra, podamos tener la seguridad de que se va a producir un acoplamiento perfecto entre dovelas. Notemos igualmente que el cometido del mortero en ambos oficios es bien distinto; mientras que en la albañilería el mortero tiene el doble cometido de dar la forma y servir de material de agarre en cantería las lechadas de cal entre los lechos de dovelas no tiene otra misión que la de crear una superficie de contacto uniforme.

Así pues, el tamaño de las piezas de piedra que constituyen una bóveda es una cualidad fundamental a la hora de valorar el grado de calidad de la misma ya que, sería posible reducir lo suficiente el tamaño del dovelaje hasta conseguir que ya no fuera necesario proceder al diseño previo de las dovelas, y así podría llevarse a cabo la construcción de un edificio con apariencia pétrea en el cual el oficio que lo posibilita estaría más próximo a la albañilería que a la cantería.

Ante la construcción de un edificio en piedra se plantea por tanto una decisión previa: El tamaño del sillar o del dovelaje con que esa fábrica ha de ejecutarse. Esta decisión delimita dos campos bien precisos: La cantería de talla pequeña y la cantería de gran talla. Las implicaciones en cuanto a su técnica de construcción entre una y otra son radicalmente distintas, así como su llamada a la solemnidad y al poder económico de su autor.

LA TRAZA DE CANTERÍA

Una vez determinado el tamaño del dovelaje, se plantea el verdadero problema de la estereotomía: la definición de la forma y dimensiones de cada una de las dovelas del elemento arquitectónico que pretendemos ejecutar, sea éste un arco, una trompa o una bóveda. El instrumento que va a permitir determinar la volumetría de las dovelas va a ser la geometría: El maestro cantero del Renacimiento, mediante la geometría descriptiva va a ser capaz de calcular las dimensiones de las caras de cada dovela y a partir de estos datos proceder a la talla de la misma.

Ahora bien, si pensamos en la extraordinaria complejidad que puede tener cada una de estas piezas, el problema geométrico que es preciso resolver empieza a manifestarse en sus verdaderas dimensiones; baste, a tal fin, pensar en una sóla dovela de, pongamos por caso, una bóveda de media naranja. En este tipo de bóvedas cada dovela es un prisma trapezoidal definido por ocho vértices que se unen entre sí mediante caras planas, cóncavas y convexas.

La definición espacial y geométrica de una dovela como la que acabamos de describir es interesante, no solamente porque permite explicar y valorar en su justo término un determinado diseño de dovelaje, sino que además permite aventurar interesantes observaciones en cuanto a la creación, en los talleres de cantería medievales y renacentistas, de las bases de la actual geometría descriptiva.

En este sentido podría afirmarse que si en territorio andaluz la cantería jugó un papel preeminente, es también en esta región de España donde se produjo la cristalización de la ciencia que hoy día conocemos como Geometría Descriptiva, por lo menos en sus facetas más vinculadas al sistema diédrico de proyección.

Volviendo nuevamente a la dovela de la bóveda de media naranja a la que antes hacíamos mención y, una vez determinadas sus dimensiones a través de la geometría, resta ahora un nuevo problema: se trata de la transmisión de datos y medidas que la acotan, máxime si se tiene en cuenta que estas medidas estaban destinadas a un personal de cantera que hemos de suponer poco especializados en la lectura de planos y acotaciones complejas.

Con la mentalidad cartesiana que hoy día es herramienta común para la definición de los objetos destinados a ser construidos, se hace difícil pensar a través de qué tipo de plantas y secciones acotadas podía definirse la dovela trapezoidal a la que venimos aludiendo. Pues bien, a tal efecto, el maestro cantero renacentista va a usar patrones de cada una de las caras de dicha dovela. Según la complejidad de la dovela serán necesarios más o menos patrones pero, concretamente, para la dovela de la bóveda en media naranja que hemos tomado como ejemplo, bastará, a pesar de su aparente complejidad, con el patrón de su cara de intradós, es decir, la proyección plana de la cara que quedará vista desde el interior una vez acabada la bóveda. El problema por tanto empieza a simplificarse considerablemente.

LA TALLA DE DOVELAS

Una vez calculados los patrones estaríamos en disposición de proceder al tallado de las correspondientes dovelas. A tal efecto hemos de aclarar que existen dos posibles caminos.

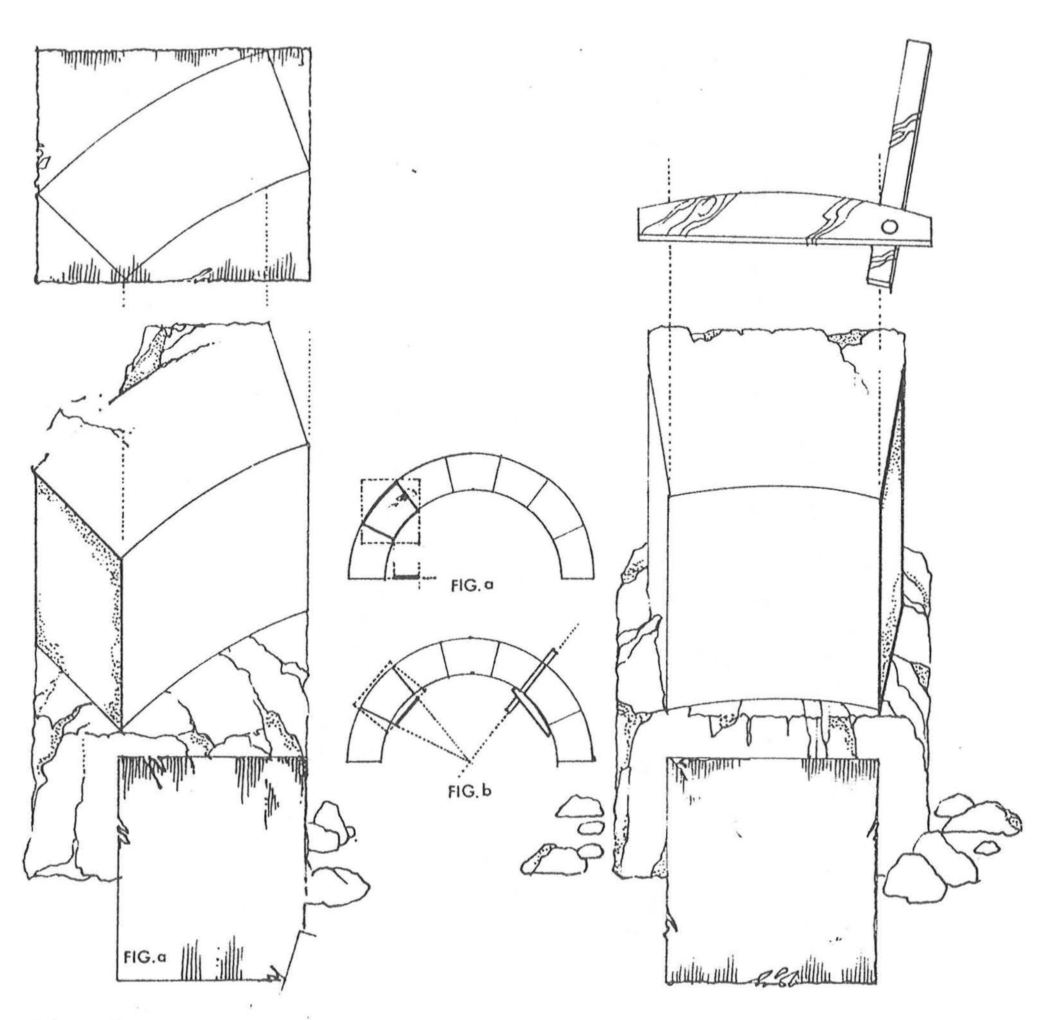


Figura 1

Dependiendo de cualquiera de las dos modalidades de talla que adoptemos, los patrones y datos geométricos que se necesitan pueden variar sensiblemente. También es verdad que no todas las dovelas son susceptibles de ser talladas de las dos formas que a continuación se van a exponer. Así, por ejemplo, una bóveda de cañón admitiría para la formalización de sus dovelas los dos procesos de talla, mientras que una cúpula en media naranja sólo permite la talla de sus dovelas a través de uno los métodos.

Para aclarar ambos extremos obsérvese la figura 1, en la cual pueden verse las dos formas de talla de una bóveda de cañón o una bóveda de aristas. En primer lugar, observemos las figuras a que representan el método de corte que recibía el método de corte "por robos", ya que se trata de ir robando al prisma de piedra contenedor de la dovela, los cuatro triángulos residuales que recuadran la silueta de testa de la dovela. Por tanto este método de talla requiere obtener un patrón rectangular que inscriba la silueta de testa de la dovela a tallar. En un arco de medio punto o en una bóveda de cañón en las que todas las dovelas son iguales, bastará con un sólo patrón rectangular para proceder a la talla de todas las dovelas.

El segundo método que se expone en las figuras b es el método de corte "por caras", ya que se parte ahora del patrón rectangular obtenido por la proyección plana de la cara interna de la dovela. Para poner en práctica este método de corte es preciso construir un "baibel" tal como se aprecia en la parte superior del dibujo. Se trata de una escuadra fija de dos brazos, uno de los cuales esta curvado con el mismo radio de la bóveda siendo el otro recto y orientado hacia el centro de la misma. Con el "baibel" y el patrón de la cara de intradós se comenzará a trabajar la pieza en vertical, descantillando la piedra que queda fuera del ángulo del "baibel". De esta forma, de una "tirada" de "baibel", se obtienen la curvatura interior y el derrame de una de sus caras; a continuación dando la vuelta al "baibel", obtendremos el derrame de la otra cara.

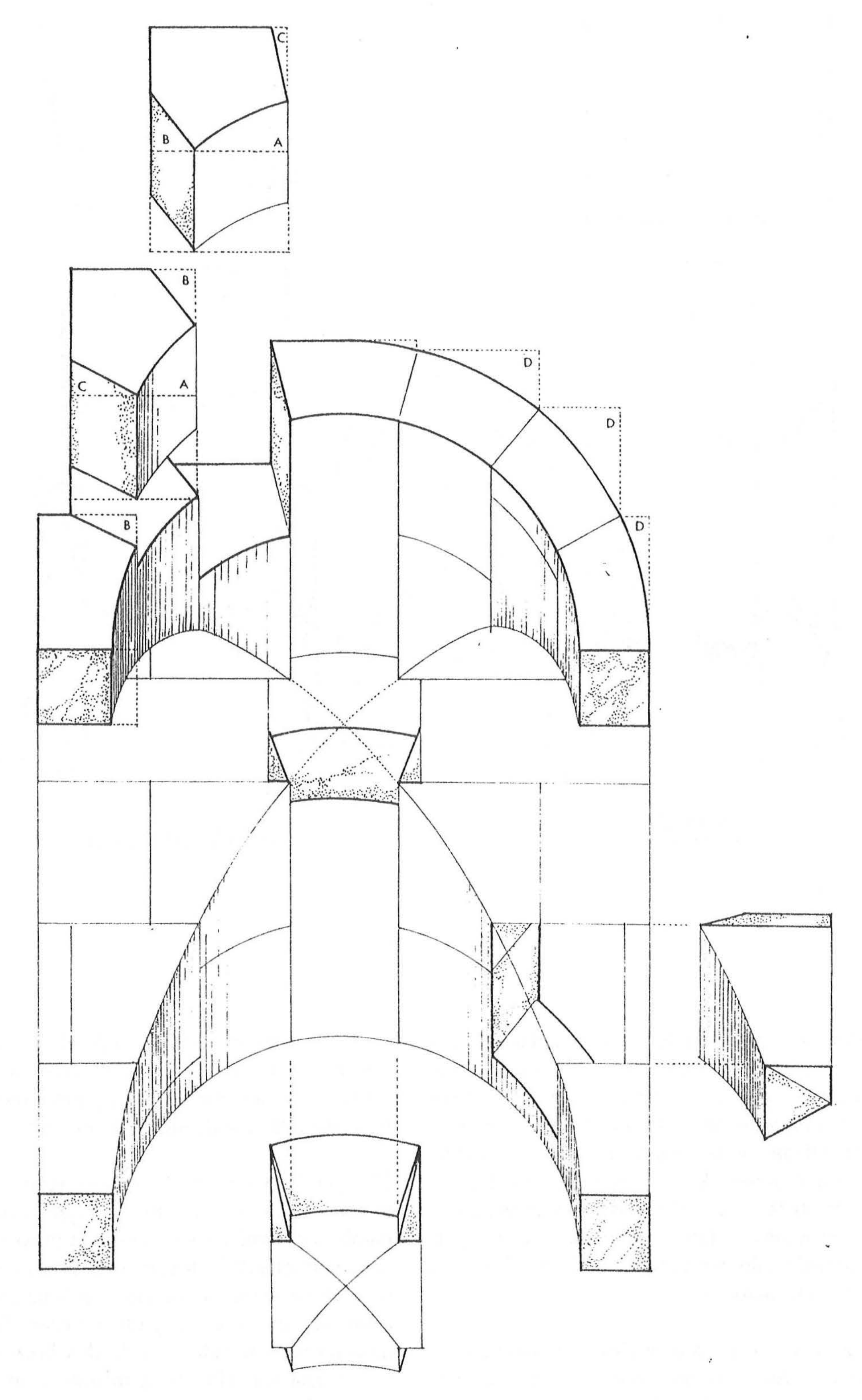


Figura 2

Dominar estas técnicas de diseño de patrones y labra de dovelas nos abre las puertas no sólo de la talla de multitud de arcos de medio punto sino que, como anteriormente mencionábamos bóvedas de cañón como la ejecutada por Vandelvira en la sacristía de la catedral de Jaén estarían a nuestro alcance. Igualmente las bóvedas por aristas (fig. 2) así como en rincón de claustro (fig. 3) se rigen por el mismo principio. Ambas bóvedas se producen tras el encuentro ortogonal de dos bóvedas de cañón, por tanto el méto-

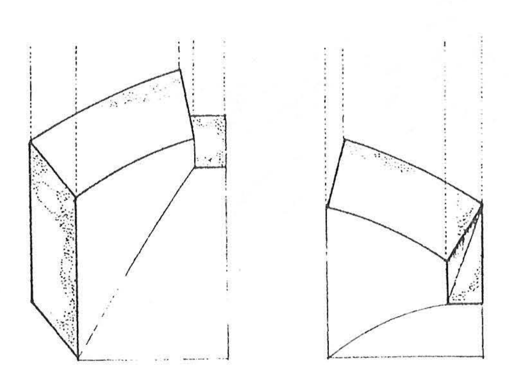


Figura 3

do de traza y corte de dovelas es el mismo que acabamos de describir para los arcos de medio punto. Quedaría por resolver la talla de las piezas que forman el enlace entre ambos cañones pero observando la figura 5 comprenderemos fácilmente que bastaría con yuxtaponer dos patrones de la hilada correspondiente sobre un prisma de piedras capaz para luego, con las referencias que nos proporcionan ambos patrones, proceder a la talla "por robos" de la dovela en cuestión.

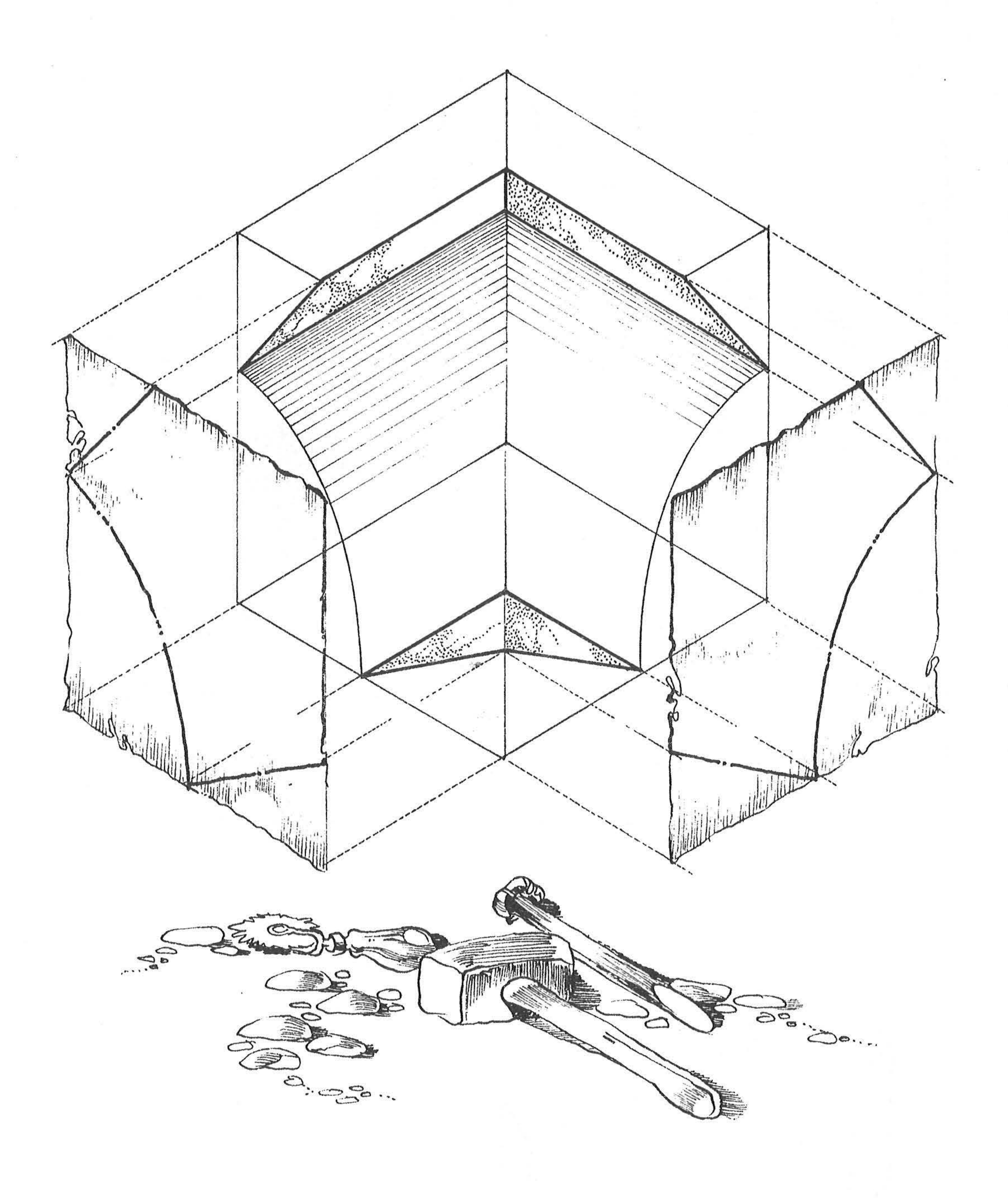


Figura 4

La figura 4 nos muestra la talla de una pieza de enlace de una bóveda por arista en la cual la arista es emergente, es importante señalar que los patrones estan colocados sobre las caras posteriores del prisma capaz, pero observemos que si los patrones se colocaran de igual forma pero sobre sus caras delanteras, al efectuar la talla de la dovela la arista sería inversa, es decir hundida, lo que constituye la dovela de enlace del rincón de claustro (figura 3). Por tanto el mismo principio permite abordar la talla de dos bóvedas fundamentales de la arquitectura clásica: la bóveda por aristas y el rincón de claustro.

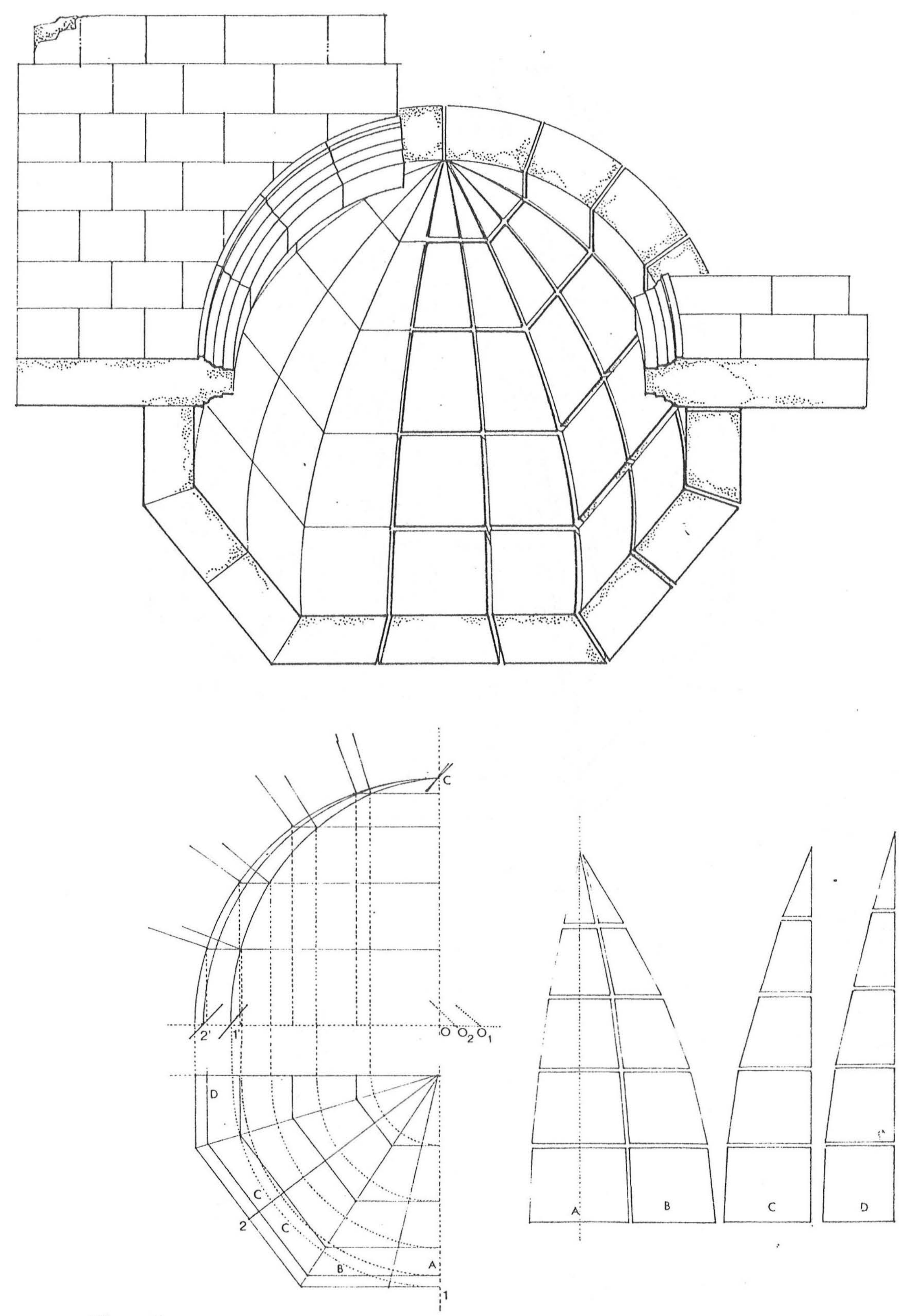


Figura 5

Un paso mas adelante nos llevaría a comprender que el método de corte que acabamos de exponer es perfectamente válido para resolver los ochavos poligonales (fig. 5 y 6), ya que éstos se forman mediante superficies cilíndricas, podríamos llamarlos gajos de bóveda de cañón, que se cruzan siguiendo el plano poligonal de su base. En el caso de un ochavo exagonal estos gajos formarían angulos de encuentro de 120 grados

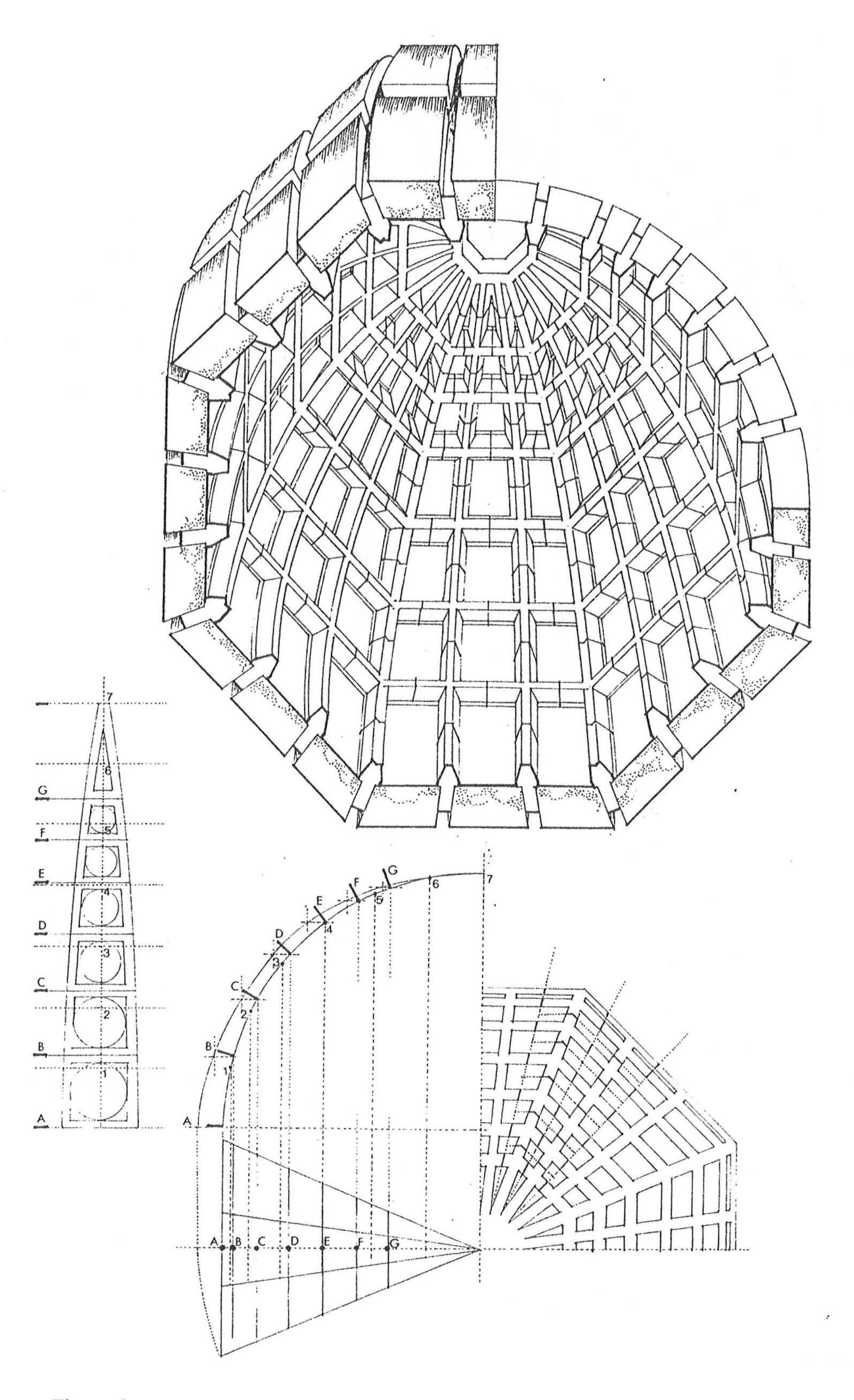


Figura 6

por tanto, si tuviéramos que tallar sus dovelas de enlace, bastaría que en la figura 4 se colocasen los patrones formando precisament éste ángulo. Con la arista prominente tendríamos resuelto el trasdós del ochavo, pensemos en el gran ochavo de la fachada de la catedral de Toledo, y con la arista hacia el interior, en rincón de claustro, obtendríamos el intradós.

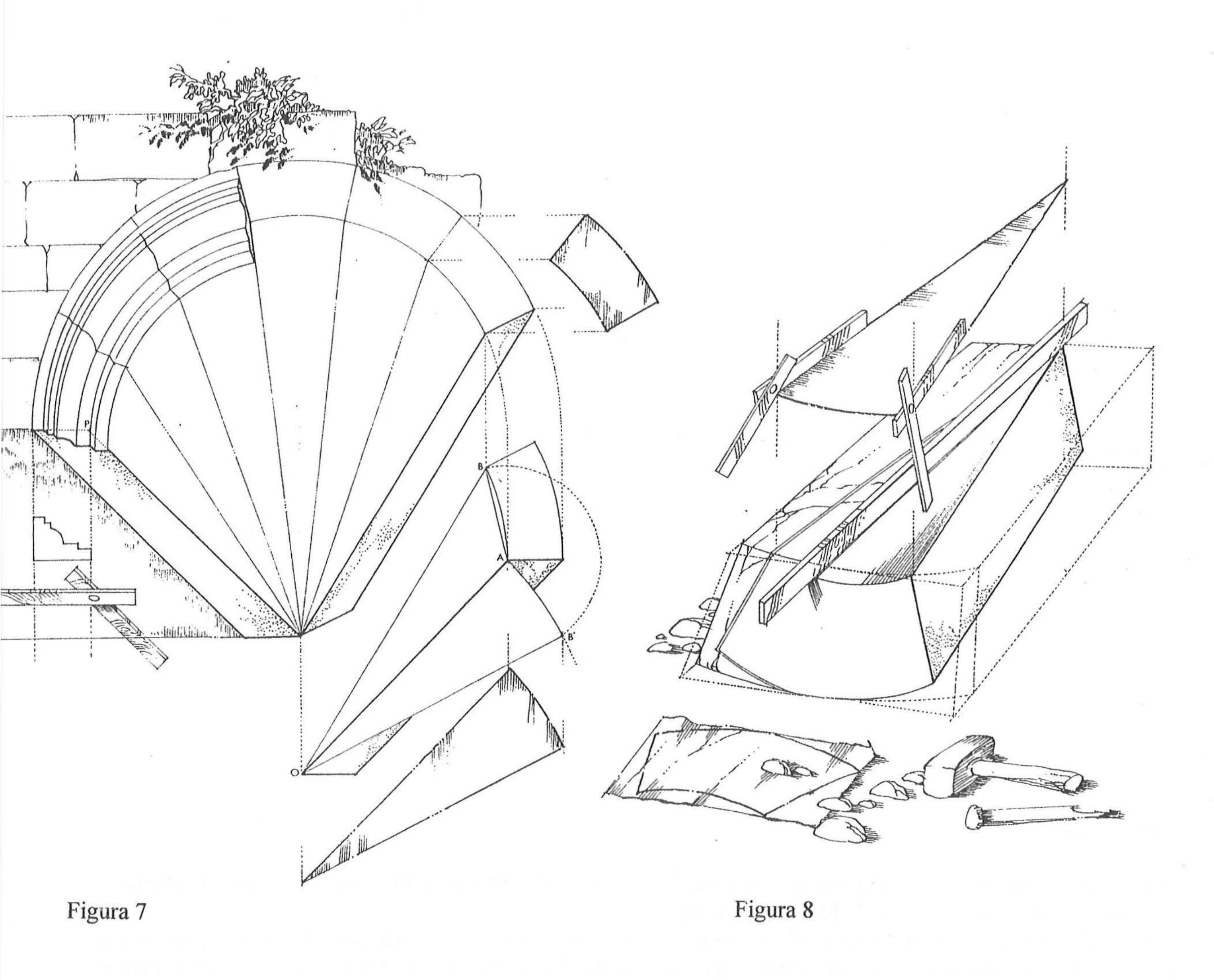


Figura 7

Figura 8

LAS TROMPAS

El principio geométrico que rige la traza de patrones para las bóvedas esféricas se basa en lo que podríamos de nominar "desarrollo de superficies cónicas" y, es por esto que cualquier análisis que se quiera acometer de este tipo de bóvedas ha de pasar previamente por la comprensión de la estereotomía de las trompas. Uno de cuyos ejemplos más bellos en tierras andaluzas sería la ejecutada por el propio Andrés de Vandelvira en el ábside del convento de Sto. Domingo en La Guardia, Jaén;

Para proceder a la talla de las dovelas que constituyen una trompa pueden necesitarse, según la complejidad de ésta, muchos datos y patrones, pero si lo que se pretende ejecutar es una trompa recta, es decir planta en rincón a 45° y embocadura en arco de medio punto (fig. 7), basta con un sólo patrón, que es precisamente el de la cara de intradós de una de las dovelas. Este patrón se obtiene desarrollando en el plano horizontal la superficie cónica de la trompa.

El patrón así obtenido permitirá la talla de un prisma de piedra triangular al cual podrá dársele la concavidad interior, sin más que hacer pasar una regla como maestra que, fija en su vértice, describa el arco que indica el dibujo de la testa de la dovela. Resta por último un problema delicado cual es cortar debidamente el extremo exterior de las dovelas al objeto de que se acomoden al plano vertical de la fachada. Para llevar a cabo esta operación se construirá una "saltarregla".

Se trata sencillamente de una escuadra articulada de brazos rectos, que va a permitir transportar ángulos. En el caso que nos ocupa, este ángulo es igual para todas las dovelas y el precisamente el que, en las impostas, forma la junta interior de la dovela con el plano vertical de la pared. Bastará pues con colocar las "saltarreglas" sobre las paredes laterales de la dovela que estamos tallando y según el ángulo que marquen se procederá a cortar la testa de esta pieza con la seguridad de que, una vez colocada en su posición, quedará perfectamente pañeada con el plano vertical de la pared (fig. 8).

El problema puede llegar a complicarse algo más si la trompa fuera irregular, ya que en tal caso, tanto los patrones de las caras interiores como las "saltarreglas" de cada una de las juntas van variando entre las distintas dovelas. Un buen ejemplo de este tipo de trompas lo encontramos en la Sacristía Mayor de la catedral de Sevilla; su compleja estereotomía subyace bajo la delicada decoración en venera.

LAS CÚPULAS

Si tuviéramos que escoger un arquetipo de toda la arquitectura renacentista sería probablemente la cúpula esférica. Resulta por tanto innecesario insistir sobre la importancia de la estereotomía de este modelo, ya que encierra la clave de toda la estereotomía del dieciséis. La traza de los patrones de este tipo de bóvedas reserva algunas sorpresas interesantes.

El único dato que necesita el cantero para proceder a la talla de las dovelas que forman de una cúpula es el patrón de las caras interiores de las dovelas , como en principio todas las dovelas que forman una hilada son iguales, necesitaremos tantos patrones diferentes como hiladas tenga la cúpula que pretendemos construir. En resumen: un patrón distinto por cada hilada de dovelas horizontales en que se haya despiezado la bóveda.

Para conocer exactamente estos patrones, el tracista proyectará la silueta de la dovela sobre un plano que pase por sus cuatro vértices, el abatimiento de éste plano, permitirá conocer la proyección de la dovela sobre el mismo con toda exactitud (fig. 9). En la práctica éste proceso de cáculo de patrones es de una extrema sencillez: basta con trazar una línea que pasando por los puntos c y a de la primera dovela corte al eje vertical, lo cual se produce en el punto 1, haciendo centro aquí con el compás trazaremos los arcos que pasan por c y por a, sobre el arco inferior determinamos la longitud de la dovela CD y trazamos desde D la ínea que pasa por el punto 1. La silueta ABCD es el patrón de la cara interior de esta dovela.

Esta operación geométrica que aparentemente parece no tener mayores consecuencias implica, como a continuación veremos, ciertas consideraciones de interés.

Efectivamente, pensemos que, si vamos inscribiendo todas las dovelas de una hilada en sus correspondiente planos tangentes, al terminar de dar la vuelta a la cúpula se ha construido una pirámide poligonal que en límite podríamos considerar como un cono (fig. 10.2). Por tanto, si lo que queremos es conocer la proyección plana de una dovela, lo que haremos es desarrollar la superficie cónica sobre la cual están impreso los cuatro vértices de la dovela elegida (fig. 10.3). Este sencillo proceso geométrico nos es ya familiar, es precisamente la forma en que se trazaban los patrones de las trompas.

Resulta interesante que sean precisamente las trompas un instrumento de larga tradición medieval, rápidamente abandonado durante el Renacimiento, las que guarden el secreto que permite acometer la estereotomía de la mayor parte de las superficies abovedadas.

Una vez trazados los patrones, resta ahora proceder a la talla de las dovelas. Esta operación requiere previamente de la fabricación de un "baibel" tal y como indica la figura 9. Se construirá por tanto un "baibel" que tenga uno de sus brazos curvados con la misma curvatura que el intradós de la bóveda y el otro brazo, recto, orientado hacia el centro de ésta. Los dibujos de la parte inferior de la figura 10 ilustran sobre la forma en que ha de procederse para que, una vez calcada la silueta del patrón sobre el bloque de piedra, pueda irse obteniendo con la diestra aplicación del "baibel" el volumen de la dovela.

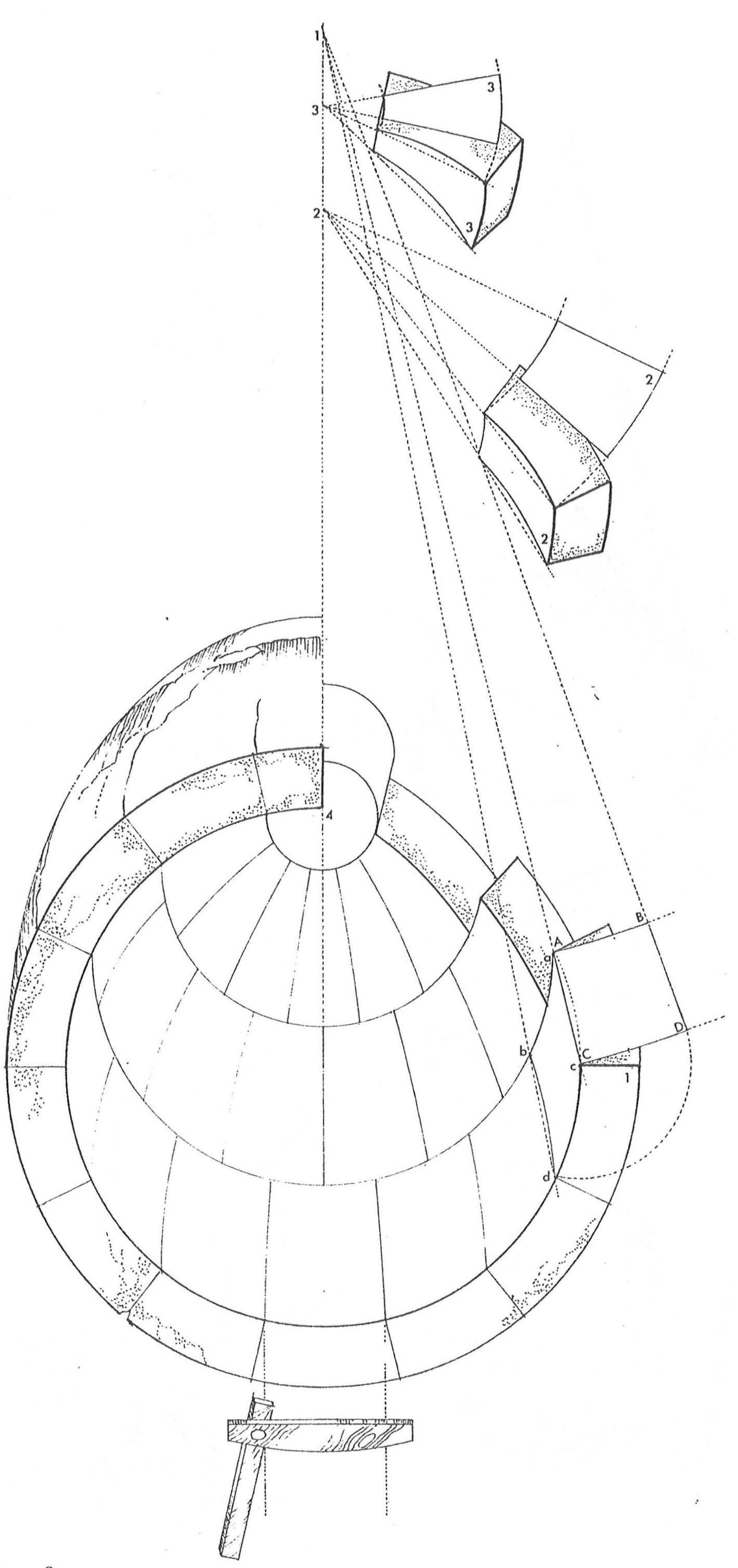


Figura 9

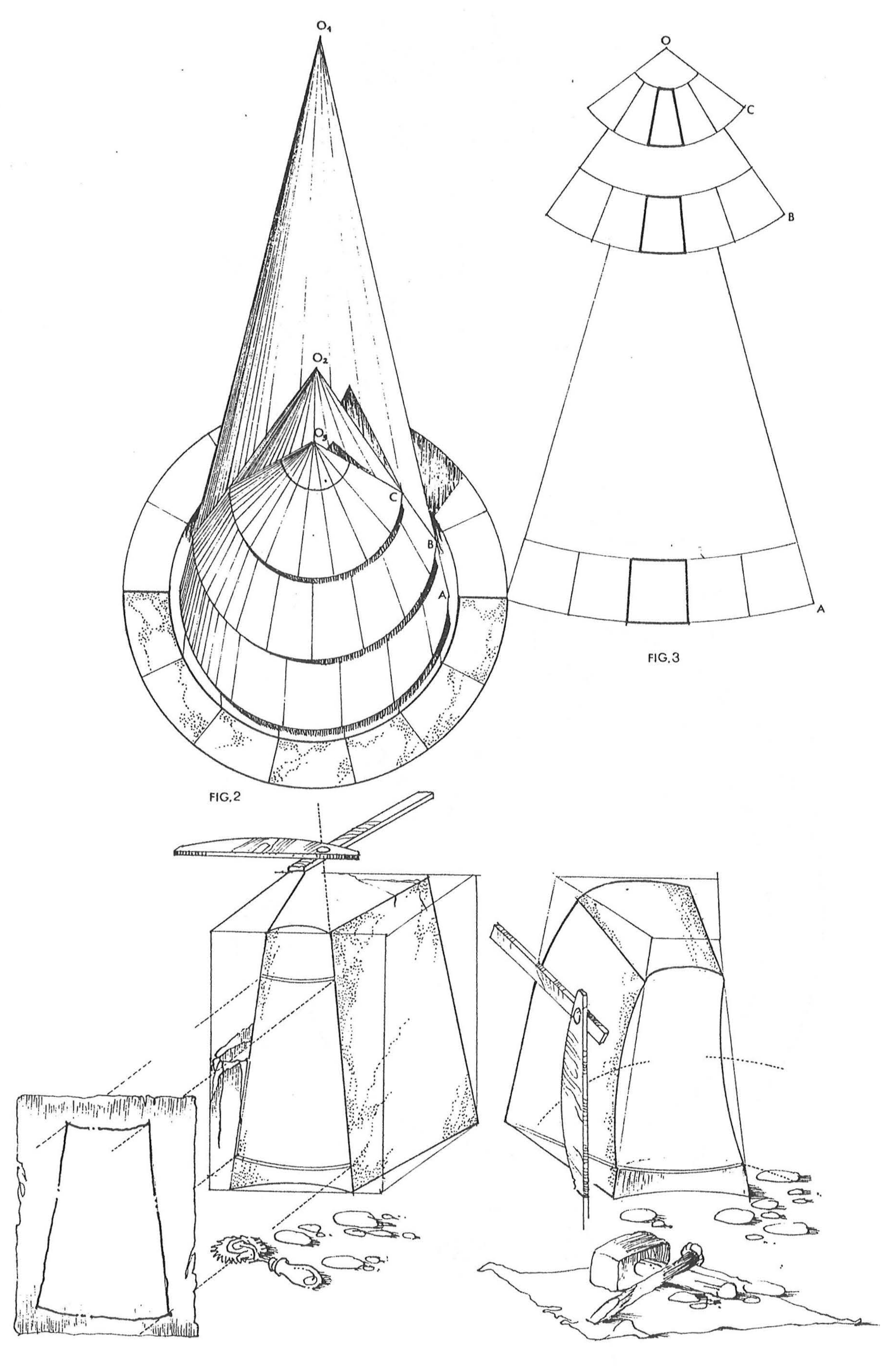


Figura 10

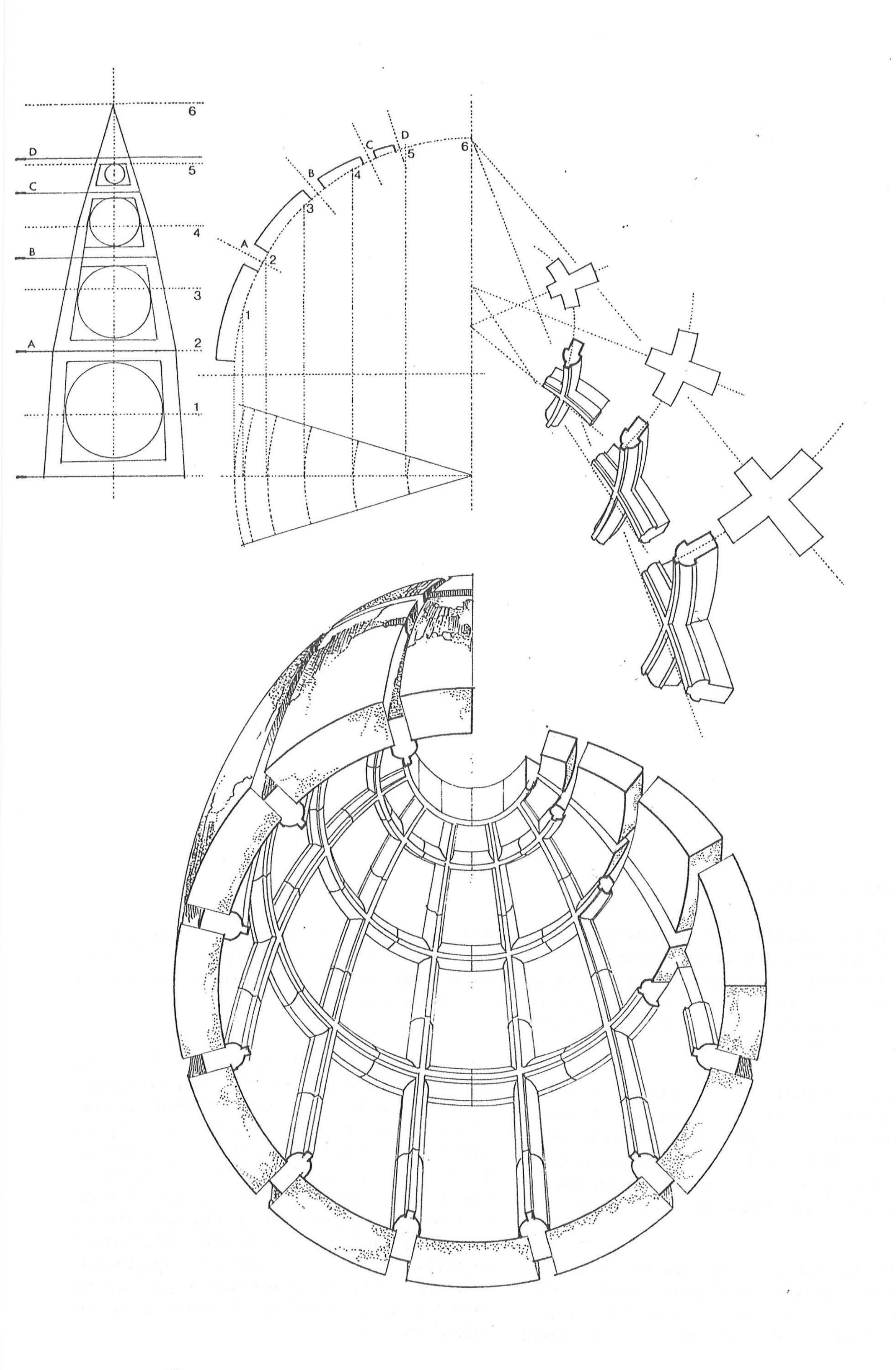


Figura 11

LA BÓVEDA OVAL

De la misma forma que sobre una planta cuadrada es factible instar una cúpula en media naranja sobre una planta rectangular nos veríamos obligados a instalar una bóveda de planta oval o elíptica. Este principio fácil de formular entraña en el campo de la estereotomía una complejidad enorme.

En las páginas precedentes pudo observarse que las bóvedas esféricas, merced al principio de desarrollos de superficies cónicas, permiten sistematizar el cálculo de patrones de las dovelas, se pudo comprobar que el problema se reducía a un sólo patrón por hilada y el mismo "baibel" para todas a la hora de proceder a su talla.

No obstante, cuando nos encontramos frente a una cúpula oval, no es posible el mismo método de cálculo, ya que la dovelas que forman una hilada van variando su forma; basta pensar que la sección vertical de la cúpula por el eje mayor es completamente distinta a la sección por el eje menor si embargo la misma hilada de dovelas debe ir adaptando su forma en su paso de una sección a otra.

Podemos afirmar, por tanto, que todas las dovelas son distintas unas de otras, por lo menos las que componen un cuarto de dicha bóveda, ya que la simetría de ésta, permite usar cuatro veces la misma dovela. Así pues, será necesario calcular uno por uno todos los patrones de las dovelas que componen un cuarto de dicha bóveda (fig. 12). El problema se complica aún más cuando se procede, con los patrones, a tallar las dovelas, ya que no es posible ahora usar un sólo "baibel", como era el caso en las bóvedas esféricas, sino que una bóveda oval está compuesta por distintas porciones de esfera y cada fragmento habrá detallarse con su correspondiente "baibel".

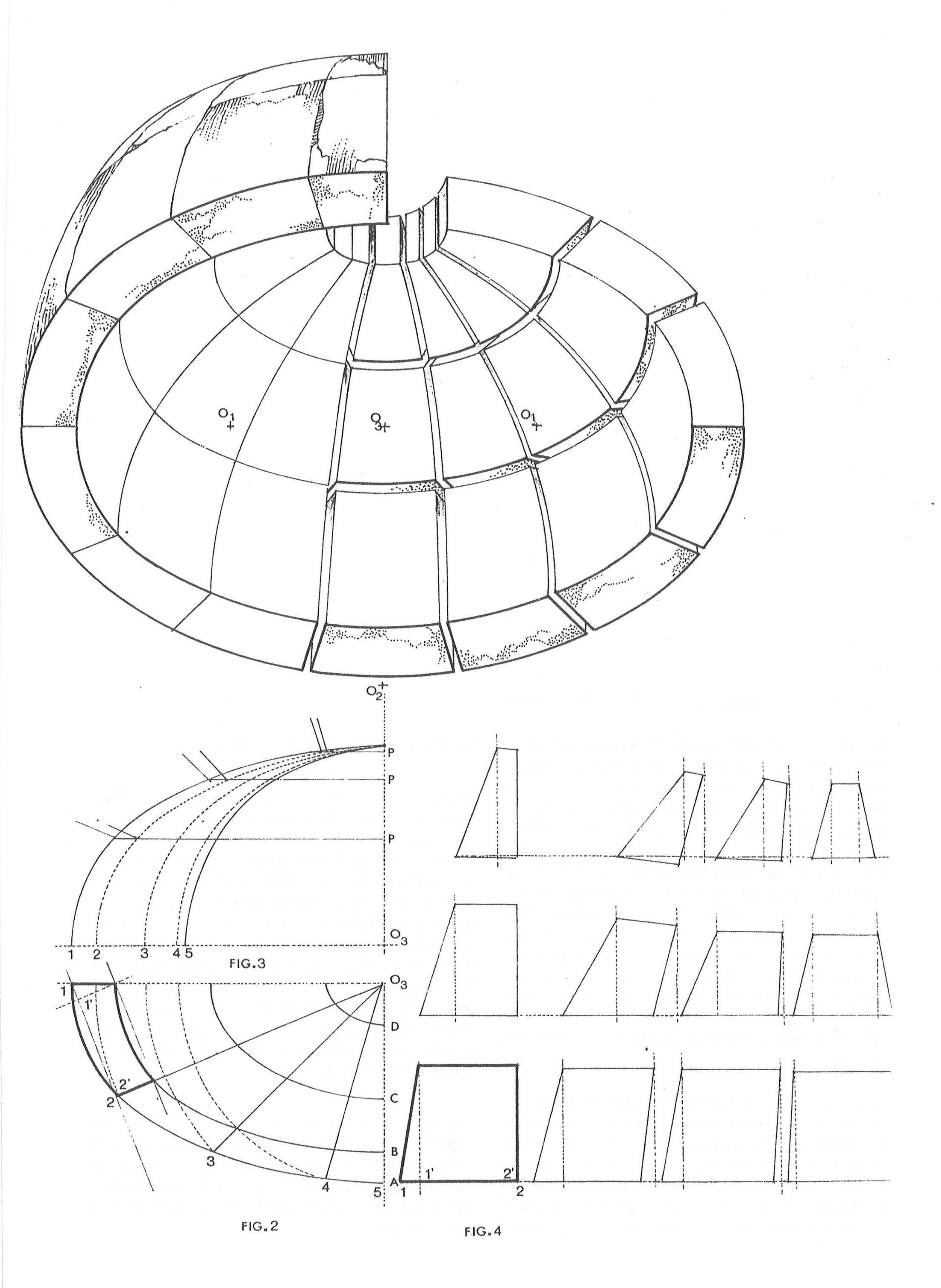


Figura 12

LA CAPILLA REDONDA EN VUELTA REDONDA

Al tratar de cubrir un espacio de planta cuadrada, el Renacimiento generó dos tipos de bóvedas; la bóveda por arista y la bóveda baída. Esta última experimentó un gran desarrollo en territorio andaluz a la hora de abovedar las grandes naves de sus edificios religiosos.

Curiosamente la bóveda por aristas se implantó de manera más profunda en territorio castellano. Su masiva utilización en edificio público tan notorio como El Escorial le dio un impulso de tal magnitud que formó un prototipo indisoluble con la arquitectura barroca. Las bóvedas baídas entre tanto, generaron en Andalucía elegantísimos espacios abovedados; baste recordar las catedrales de Jaén o de Málaga, el hospital de la Sangre en Sevilla o la iglesia de la Asunción en Ronda.

Desde sus aspectos puramente constructivos este tipo de bóvedas encierran interesantes sorpresas que intentaremos explicar a continuación. Antes de acometer su análisis, conviene diferenciarlas en tres grandes grupos: El primero lo constituyen las bóvedas baídas en "vuelta redonda", el segundo, aquellas cuyas hiladas forman cuadrados, por último un tercer grupo de bóvedas en las que sus hiladas forman rombos.

Comencemos con la bóvedas del primer grupo. Prestemos atención a la expresión de Vandelvira, "en vuelta redonda", porque es fundamental; se refiere al hecho de que las dovelas giran circularmente en hiladas alrededor del eje vertical (fig. 13), siendo esta disposición la de la bóveda baída más clásica y frecuente. En realidad se trata de una semiesfera cortada por cuatro planos verticales que forman, al seccionar la bóveda los cuatro arcos torales de sustentación. Es fácil imaginar que la traza de sus patrones va a ser muy similar al de la cúpula esférica a la cual nos hemos referido anteriormente, así pues comenzaremos a diseñar sus seis patrones mediante el oportuno desarrollo de superficies cónicas.

Los patrones de las dovelas que forman las enjutas requerirán un cuidado especial pero, conceptualmente se rigen por los mismos principios que el resto. Por último, llegado el momento de la talla, nos ayudaremos de un sólo "baibel", lo mismo que para cúpula en media naranja.

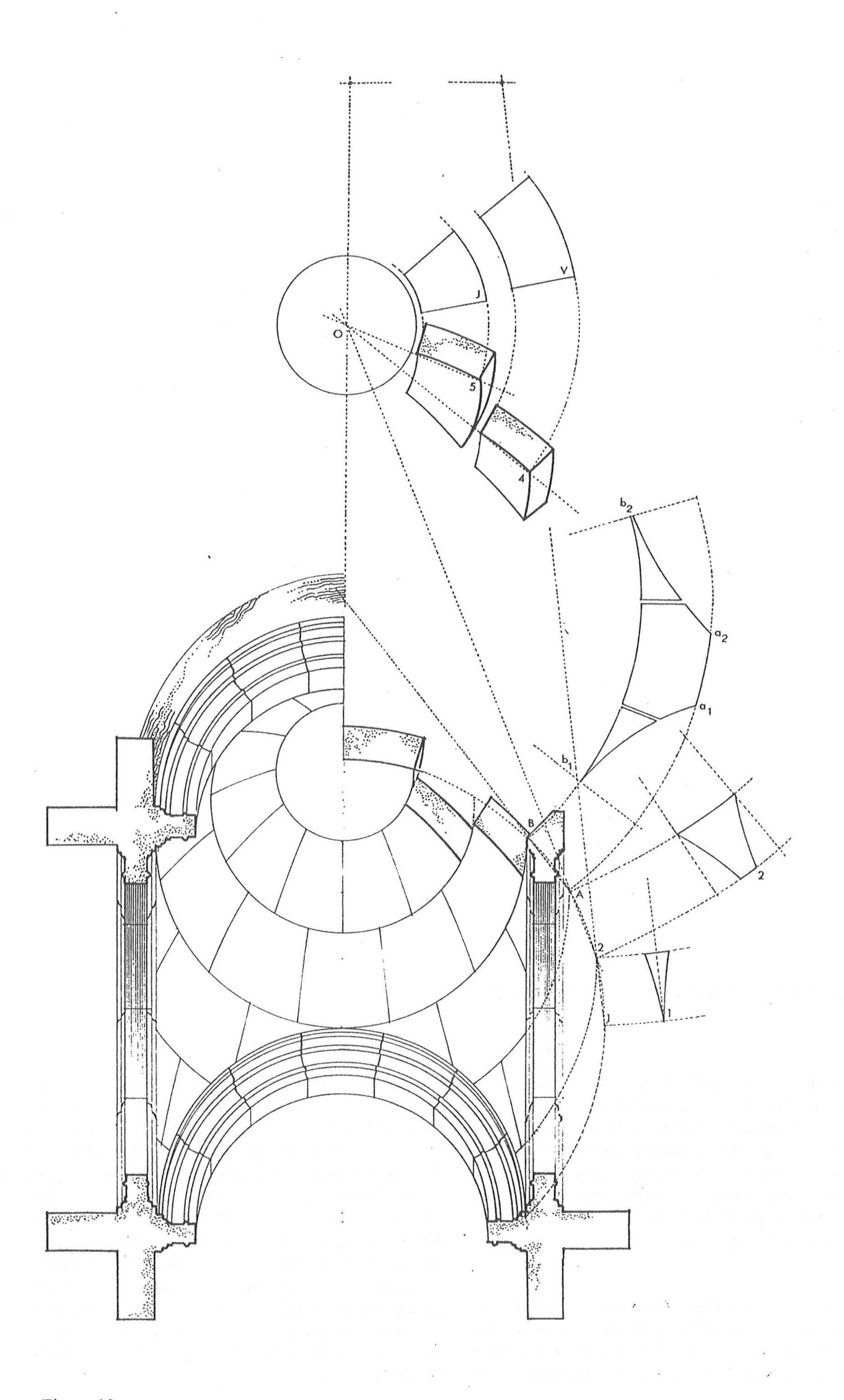


Figura 13

LA CAPILLA CUADRADA POR HILADAS CUADRADAS

La bóveda que a continuación vamos a comentar plantea un tema interesante; cual es el de la construcción de una superficie esférica y la forma en que se van a disponer las dovelas que la componen. El ejemplo que ahora presentamos es de nuevo una bóveda baída, de forma similar a la anterior, pero con la particularidad de disponer las hiladas de sus dovelas formando cuadrados (fig. 14).

En realidad, un examen más atento de ésta bóveda, nos revelaría que se trata ahora de hacer girar las hiladas de dovelas, no ya alrededor del eje vertical; como era el caso de la bóveda anterior sino que el dovelaje se va a disponer girando circularmente alrededor de los ejes de simetría que unen los centros de los arcos. Por esta razón, el problema se diseño de patrones de las caras de intradós debemos plantearlo ahora mediante el desarrollo de superficies cónicas, como siempre, pero con la diferencia de que los vértices de los conos habrán de estar situados en el plano de impostas, en lugar del eje vertical, exactamente sobre los ejes de simetría que pasan por los centros de los arcos. Por lo demás, el proceso de traza de patrones es similar al de la bóveda baída "por hiladas redondas", bastará con buscar los vértices de los conos sobre los ejes horizontales y con el compás trazar las bandas que definen los patrones de cada hilada.

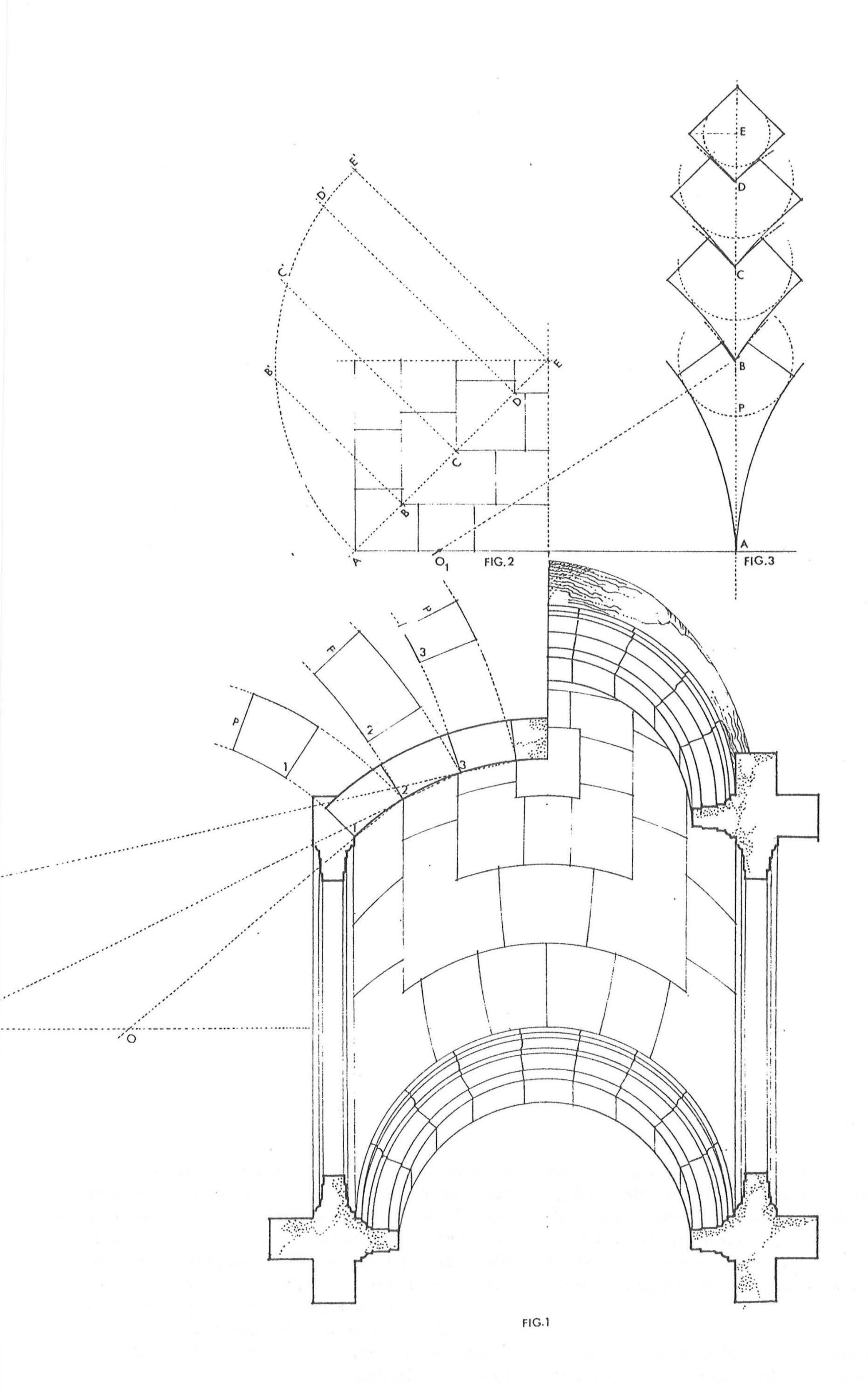


Figura 14

EL DOVELAJE EN DIAGONAL

El tercer tipo de bóvedas baídas a los que anteriormente se hizo mención lo constituyen aquellas en que la disposición de las hiladas de dovelas giran alrededor de los ejes horizontales, como era el caso anterior, sin embargo los ejes, en lugar de unir los centros de los arcos, se van a disponer coincidiendo con las diagonales (fig. 15).

Esta disposición de las dovelas, al ser interrumpida por los cuatro arcos torales, produce sobre las enjutas de la bóveda unos abanicos de dovelas que van rellenando las pechinas entre los arcos. Una vez salvados éstos, las hiladas ya completas comienzan a describir cuadrados concéntricos giradas 45° respecto a la planta de la bóveda. Desde un punto de vista constructivo, este tipo de bóveda, se rige por los mismos principios que su precedentes; es decir que sus patrones se obtiene desarrollando superficies cónicas teniendo en cuenta que ahora sus centros hemos de buscarlos sobre las diagonales.

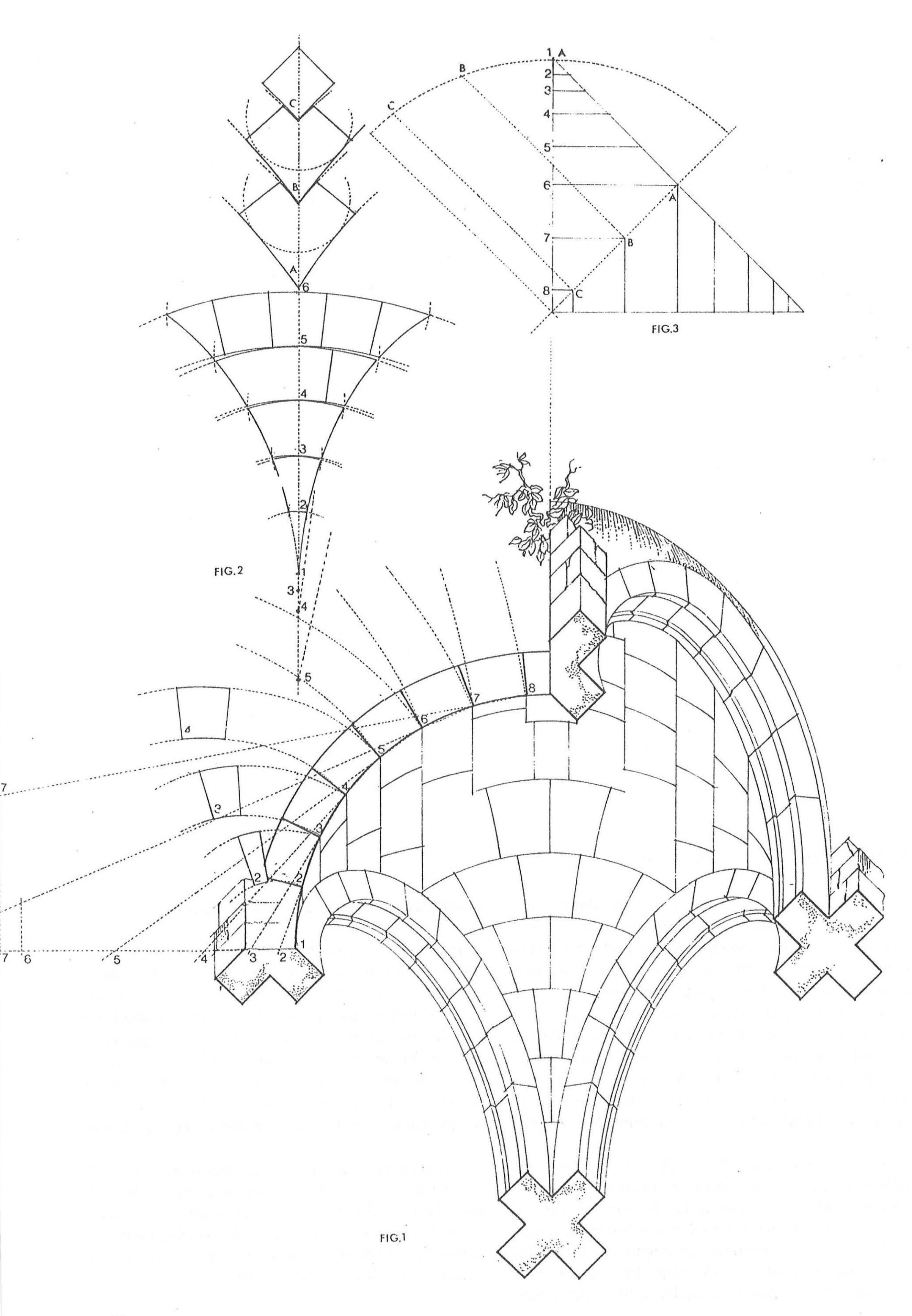


Figura 15

EL DISEÑO DE LA DECORACIÓN

La catedral de Jaén es en ejemplo extraordinario para comprender las posibilidades expresivas que las bóvedas baídas llegaron a alcanzar, sobre sus techos vemos combinarse los tres tipos de bóveda baídas que acabamos de estudiar formando un conjunto que se articula alrededor de la cúpula central. Sobre la superficie de éstas bóvedas se extiende además un extraordinario repertorio de molduras que nos obligan a abrir un nuevo capítulo dedicado a la decoración ya que como veremos a continuación el diseño de la decoración tendrá una enorme influencia en la forma del dovelaje.

Empecemos por distinguir dos tipos de diseños decorativos: En primer lugar se encontrarían todos aquellos en que, como en el caso de las bóvedas de Jaén, el diseño de la decoración a implantar sobre la superficie de la bóveda es susceptible de adaptarse a un posible reparto de las hiladas del dovelaje. En segundo lugar estarían todas aquellos diseños decorativos imposibles de adaptarse a un despiece de las hiladas.

El primer caso sería el representado en la figura 16. Se trata de una bóveda compuesta de hiladas redondas y cuadradas ya que, en las proximidades de la clave las distintas bandas decorativas forman círculos alrededor del eje vertical, mientras que, llegado a un punto, la decoración comienza a describir cuadrados concéntricos, en realidad, como ya sabemos, círculos alrededor de los ejes horizontales. Estas bóvedas requieren un fragmentación por hiladas coincidentes con cada una de las bandas decorativas y sus patrones habrán de obtenerse según el eje de giro de cada hilada ; así pues, las hiladas redondas se sacarán con ayuda del eje vertical, mientras que las cuadradas se obtendrán mediante los oportunos desarrollos cónicos de vértices situados sobre los ejes horizontales.

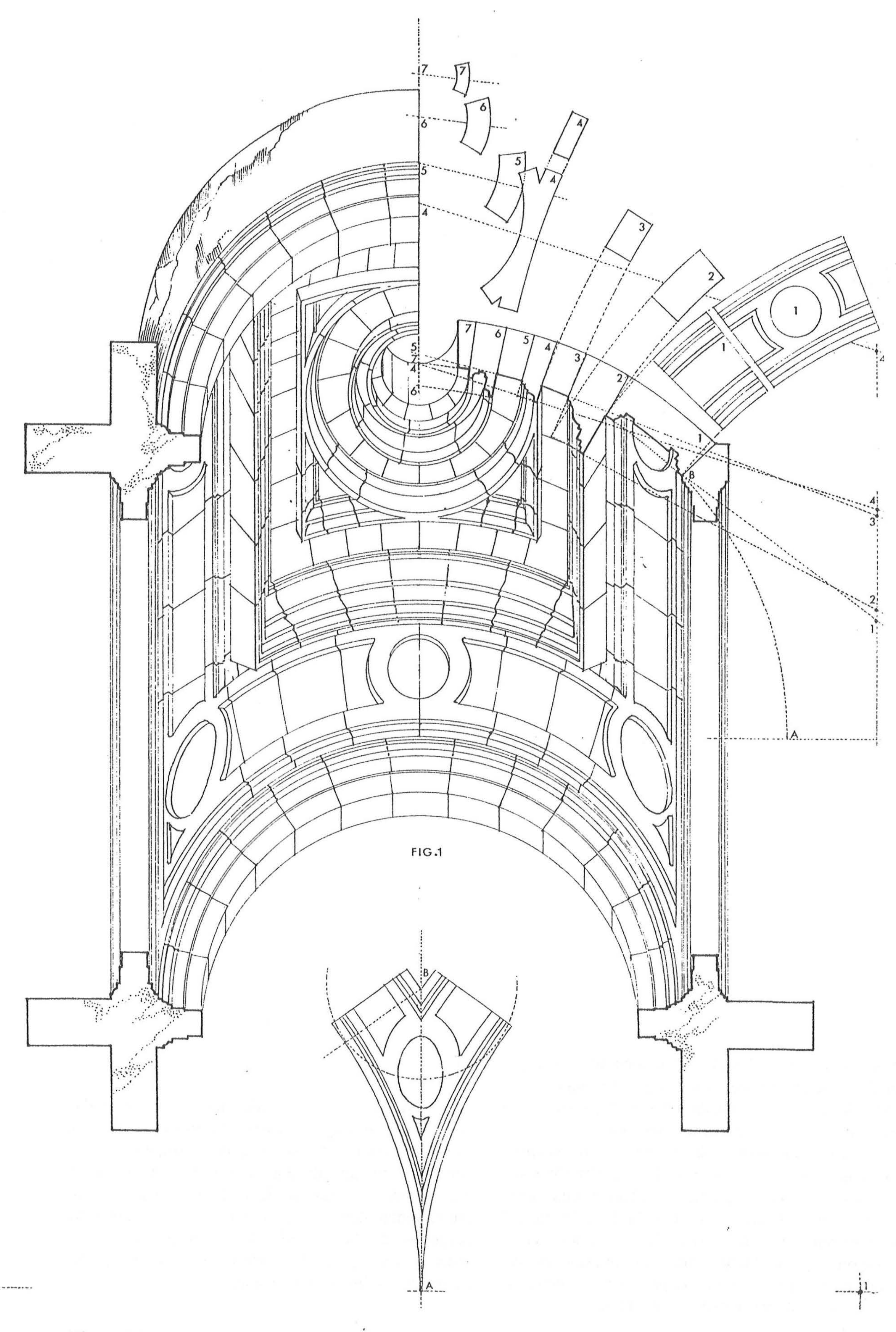


Figura 16

En segundo lugar, hemos de detenernos en todos aquellos diseños decorativos que por su complejidad resulta difícil, si no imposible, hacerlos coincidir con alguno de los despieces de hiladas anteriormente expuestos. El propio Alonso de Vandelvira nos mostrará cómo construir este tipo de bóvedas (fig.17). Consiste, como apreciarse en los dibujos, en efectuar una extensión por puntos de un cuarto de dicha bóveda; bastará con construir sobre él la parte de decoración que le corresponda para obtener, una vez troceado convenientemente, uno por uno los patrones de todas las dovelas con la porción exacta del dibujo decorativo que le toca.

Las bóvedas de la galería alta del Archivo de Indias en Sevilla constituye un extraordianrio ejemplo de la puesta en práctica de esta segunda variante para implantar un modelo decorativo sobre la superficie de una bóveda. En este edificio el virtuosismo de asu estereotomía llega hasta el extremo de efectuar los despieces de las bóvedas huyendo de un posible acuerdo con el diseño decorativo, incluso en aquellas en que ello hubiera sido posible.

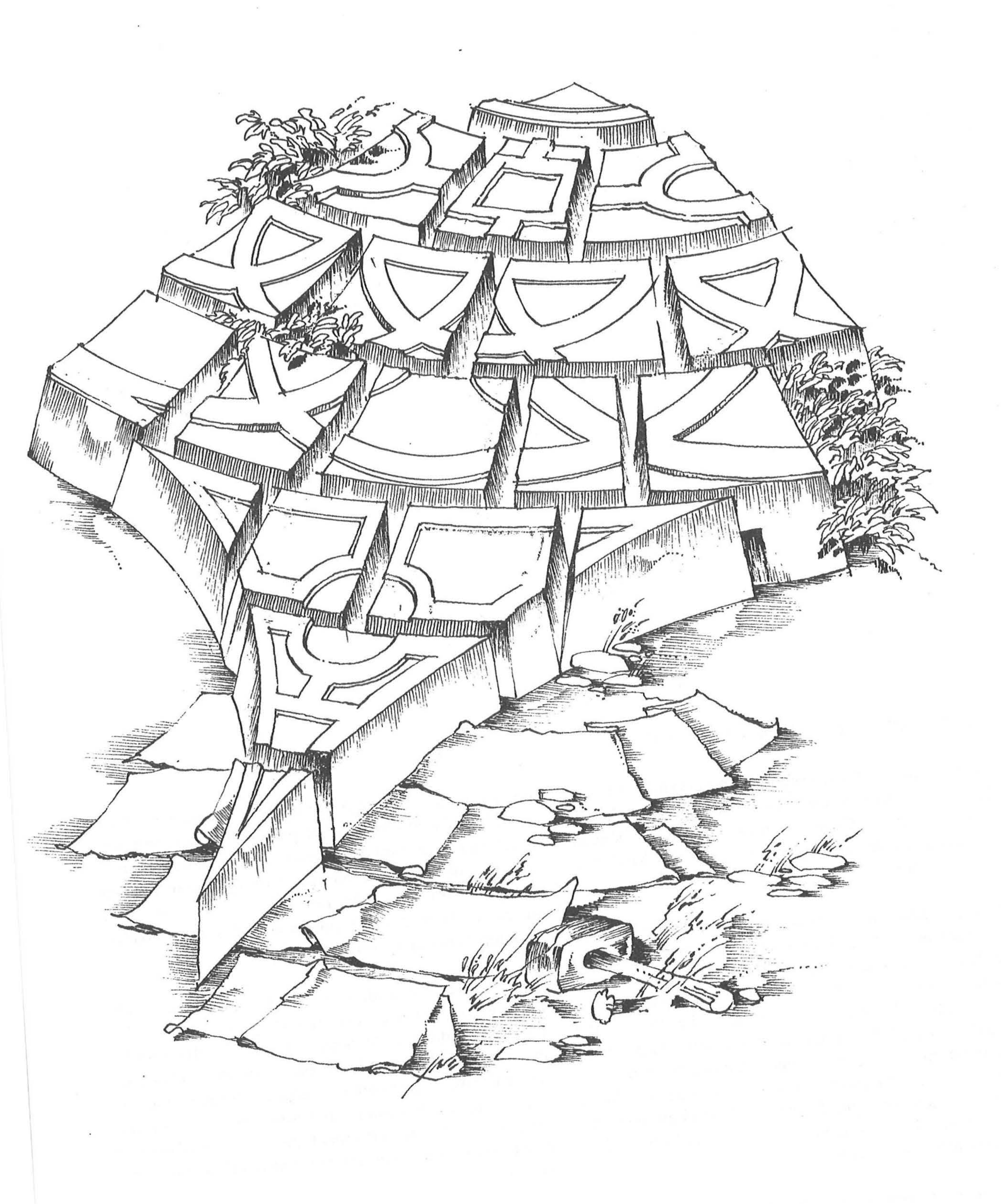


Figura 17

CAPILLA CUADRADA POR CRUCEROS

Las bóvedas baídas decoradas con nervaturas formando retículas ortogonales fueron llamadas por Vandelvira "Bóveda de Cuenca" en atención a las bóvedas que actualmente cubren la capilla de los Muñoz en dicha catedral.

Si observamos atentamente la sección de una de éstas bóvedas podremos, al analizar la sección de sus nervaduras, alguna de sus características más notables. En la figura 18 se han dibujado los nervios de la izquierda en "cuadrado" mientras que los de la derecha son del tipo "revirado". Los primeros miran siempre la centro geométrico de la bóveda y las secciones de todos ellos son iguales. Sin embargo, los nervios de la derecha se orientan siempre según la vertical, lo cual provoca que la sección de éstos nervios vaya variando a medida que se alejan de la clave.

Como cabe suponer la estereotomía de una de éstas bóvedas es extraordinariamente compleja y escapa dela extensión de éstas páginas. Señalemos, sin embargo, que para la obtención de patrones habrá deseparar-se la bóveda en dos tipos de piezas, por una parte los casetones y por otra los cruceros. En seguida veremos que la simetría de la bóveda permite aliviar en gran medida el trabajo de diseño de patrones, ya que, con un reducido número de piezas distintas, será posible acometer la talla de todas las dovelas.

Los casetones forman hiladas cuadradas; por consiguiente, el cálculo de patrones es igual que el de las bóvedas baídas por "hiladas cuadradas". Otro problema más complejo será la obtención de los patrones de los cruceros, ya que habrá de tenerse presente, que una vez montada la bóveda la impresión que han de producir es la de un cruce ortogonal, mientras que realmente éstos cruces entre nervios son extremadamente complejos.

El diseño de éstas piezas permite apreciar el asombroso nivel de cálculo geométrico que se alcanzó en la cantería andaluza del siglo XIV.

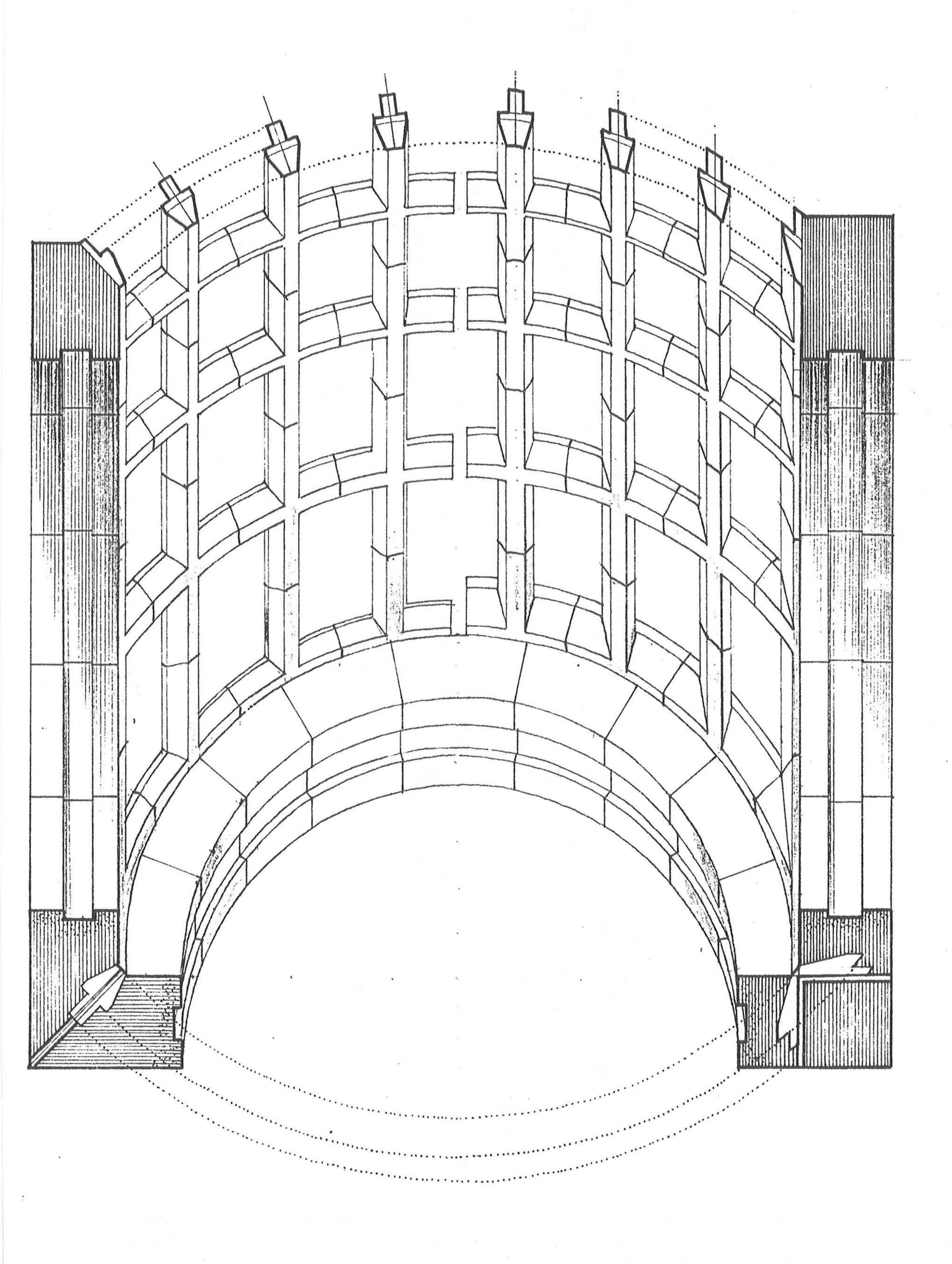


Figura 18

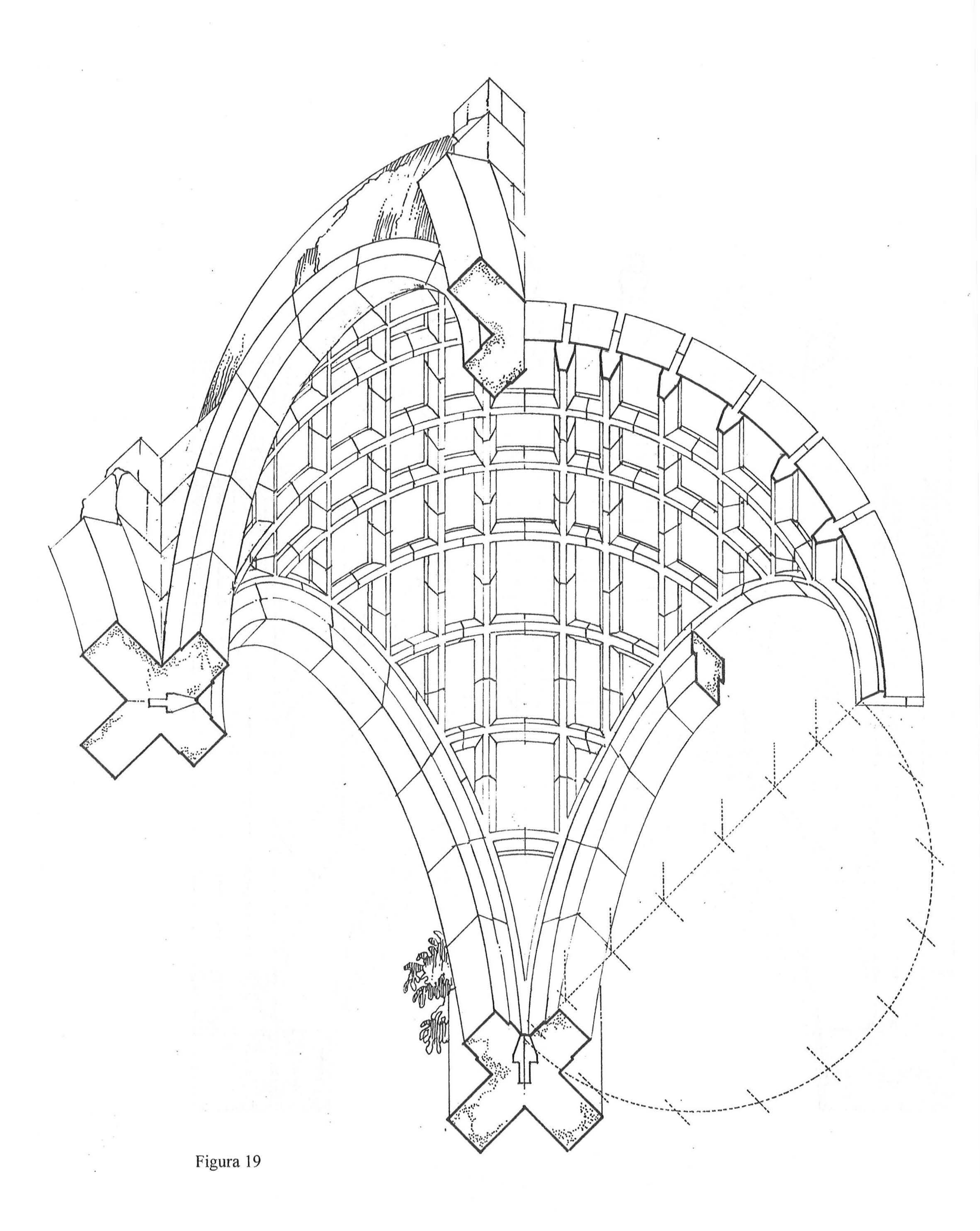


Figura 19

El aspecto sorprendentemente moderno de éstas retículas esféricas (fig. 19) establece seguramente un nuevo marco de análisis del Renacimiento español que, a la luz de éstos ejemplos, debe desprenderse de los consabidos calificativos platerescos, basados en una brillante decoración superficial, para ahondar más en la abstracción del pensamiento que supuso la renovación cultural del siglo XVI.

BIBLIOGRAFÍA

1.- ARQUITECTURA DEL RENACIMIENTO EN ANDALUCÍA, Andrés de Vandelvira y su época. Catálogo de la exposición celebrada en la catedral de Jaén.1992. Junta de Andalucía.

2.- BAILS, Benito. *Diccionario de Arquitectura civil.* Madrid 1802.

3.- CAMON AZNAR, José. *La intervención de Rodrigo Gil de Hontañon en el manuscrito de Simón García.* Archivo español de arte, 1941, también: *Compendio de arquittectura y simetría de los templos,* Universidad de Salamanca 1941.

4.- CAMON AZNAR, José, *La arquitectura plateresca,* Madrid, CSIC Diego Velázquez 1945.

5.- CHUECA GOITIA, Fernando. *Andrés de Vandelvira Arquitecto.* Jaén, 1971.

6.- GALERA ANDRÉU, Pedro. *La arquitectura después de Vandelvira.* Biblioteca de arquitectura del Renacimiento Andrés de Vandelvira. Junta de Andalucía 1992.

7.- GILA MEDINA / RUIZ FUERTES. *Itinerarios vandelvirianos.* Biblioteca de arquitectura del Renacimiento Andrés de Vandelvira. Junta de Andalucía 1992.

8.- GOMEZ MORENO, Manuel. *Las águilas del Renacimiento español.* Madrid CSIC, Instituto Diego Velázquez 1941.

9.- NAVASCUÉS PALACIO, Pedro. *El manuscrito de arquitectura de Hernán Ruiz el Joven.* Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1974.

10.-PALACIOS GONZALO, José. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español.* Mº de Cultura. Edit Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Madrid 1990.

11.- ID. *La cantería en la construcción del Renacimiento andaluz.* Biblioteca de arquitectura del Renacimiento Andrés de Vandelvira. Junta de Andalucía 1992.

12.- PÉROUSE DE MONTCLOS. *L'Architecture à la française,* Edit. Picard, 1982.

13.- PHILIPPE POTIÉ. *Philibert de l'Orme,* Figures de la Pensée Constructive, Edit. Parenthèses 1996.

14.- GÓMEZ MARTÍNEZ, Javier. *La bóveda nervada en el edad Moderna.* Universidad de Valladolid 1999.

CUADERNO



CATÁLOGO Y PEDIDOS EN
http://www.aq.upm.es/of/jherrera
info@mairea-libros.com

